

LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK

PRARANCANGAN PABRIK

METIL METAKRILAT DARI ASETON SIANOHDRIK

KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN



Oleh:

Dwi Sapta Kusumandari

D 500 090 020

Dosen Pembimbing:

Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D

Eni Budiyati, S.T., M.Eng

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2015

HALAMAN PENGESAHAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

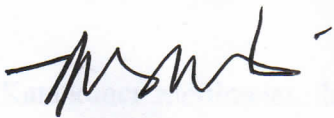
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama : Dwi Sapta Kusumandari
NIM : D 500 090 020
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Metil Metakrilat dari Aseton
Sianohidrin Kapasitas 65.000 Ton/Tahun
1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.
Dosen Pembimbing : 2. Eni Budiwati, S.T., M.Eng.

Surakarta, Februari 2016

Menyetujui,

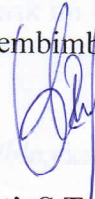
Dosen Pembimbing I



Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

NIK. 664

Dosen Pembimbing II



Eni Budiwati, S.T., M.Eng.

NIK. 991

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 682

Ketua Jurusan


Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIK. 892

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Sapta Kusumandari
NIM : D 500 090 020
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Metil Metakrilat dari Aseton
Sianohidrin Kapasitas 65.000 Ton/Tahun
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.
2. Eni Budiwati, S.T., M.Eng.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil Tugas Akhir yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dari ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya.

Surakarta, 17 Februari 2016

Yang membuat pernyataan,



Dwi Sapta Kusumandari

INTISARI

Perancangan pabrik metil metakrilat dengan menggunakan bahan baku aseton sianohidrin, metanol, dan asam sulfat berkapasitas 65.000 ton/tahun. Proses pembuatan metil metakrilat dibuat melalui dua tahap, pertama adalah hidrolisis, aseton sianohidrin dengan asam sulfat menjadi metakrilamid sulfat. Reaksi berlangsung pada fase cair, *irreversible*, eksotermis yang diproses dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi tahap kedua adalah reaksi esterifikasi metakrilamid sulfat dengan metanol membentuk metil metakrilat. Reaksi berlangsung pada fase cair, *irreversible*, eksotermis yang diproses dalam RATB.

Pabrik metil metakrilat menghasilkan produk sebanyak 8.192,2680 kg/jam yang membutuhkan bahan baku aseton sianohidrin sebanyak 7.4969,6280 kg/jam, asam sulfat sebanyak 13.665,9821 kg/jam, dan metanol sebanyak 8.203,1423 kg/jam. Utilitas yang dibutuhkan meliputi 1.634.177,4051 kg/jam air pendingin, air untuk kebutuhan *steam* sebesar 14,600,6596 kg/jam yang diproduksi dari *boiler*, bahan bakar 230,200,0467 kg/hari, kebutuhan listrik sebesar 750 kW diperoleh dari Pembangkit Listrik Negara (PLN) dan disediakan sebuah *generator set* sebagai cadangan, serta kebutuhan udara tekan sebesar 76,14 m³/jam.

Pabrik metil metakrilat berdiri pada lahan seluas 20.000 m² yang direncanakan akan dibangun di Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2019 dengan hasil analisa ekonomi sebagai berikut : Jumlah *Fixed Capital Investment* sebesar Rp. 422.107.111.548,62, *Percent Return On Investment* sebelum pajak sebesar 35,20 % dan setelah pajak sebesar 24,64 %, *Pay Out Time* sebelum pajak selama 2,2 tahun sedangkan setelah pajak selama 2,9 tahun, *Break Even Point* sebesar 56,75 %, *Shut Down Point* sebesar 41,54 %, dan *Discounted Cash Flow* sebesar 26,02 %. Berdasarkan data di atas maka pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : metilmetakrilat, aseton sianohidrin, RATB, *irreversible*, eksotermis

ABSTRACT

Methyl methacrylate plant design using raw materials acetone cyanohydrin, methanol and sulfuric acid with a capacity of 65,000 tons / year. The process of making methyl methacrylate was made through two stages, the first is hydrolysis, acetone cyanohydrin with sulfuric acid into metakrilamid sulfate. The reaction takes place in the liquid phase, irreversible, exothermic processed in continuous stirred-tank reactor (CSTR). The second stage reaction is metakrilamid sulfate esterification reaction with methanol to form methyl methacrylate. The reaction takes place in the liquid phase, irreversible, exothermic processed in CSTR.

Factories produce methyl methacrylate as much 8192.2680 kg / hr that require raw materials acetone cyanohydrin as 7.4969,6280 kg/hour, as much sulfuric acid 13665.9821 kg/hour, and methanol as 8203.1423 kg/hour. Utilities required includes 1,634,177.4051 kg/hour of cooling water, water for steam needs of 14,600,6596 kg/hour produced from boiler, fuel 230,200,0467 kg/day, the electricity needs of 750 kW was obtained from the Perusahaan Listrik Negara (PLN) and provided with a generator set as a backup, as well as compressed air requirement of 76.14 m³ /h.

Methyl methacrylate factory stands on an area of 20,000 m² are planned to be built in Gresik regency, East Java province in 2019 with the economic analysis results as follows: Number of Fixed Capital Investment of Rp. 422,107,111,548.62, Percent Return On Investment before tax of 35.20 % and after tax of 24.64 %, Pay Out Time before tax for 2.2 years, while after tax for 2.9 years, Break Even Point by 56 , 75%, Shut Down Point amounted to 41.54%, dan Discounted Cash Flow amounted to 26.02%. Based on the data above, it is feasible to set up factories.

Keywords : methyl methacrylate, acetone cyanohydrin, RATB, irreversible, exothermic

MOTTO

- ❧ *Sesulit dan seberat apapun ujian dan masalah yang dihadapi harus tetap kuat dan semangat karena batu permata yang indah itu berasal dari suhu dan tekanan yang sangat tinggi namun ia masih bisa memancarkan kilauanya.*
- ❧ *Kerja keras, terus berusaha, selalu berdoa dengan kesungguhan hati dan serahkan semuanya pada sang Illahi Rabbi.*
- ❧ *Jangan pernah takut tuk mencoba, jika gagal coba lagi, jika menyerah maka semuanya kan berakhir.*

PERSEMBAHAN

Allah SWT, dengan Ridha, k emuliaan dan kasih sayang-Nya telah memberikan kemudahan hingga semuanya berjalan lancar.

Bapak dan Ibu dosen pembimbing, Bpk. Ir. Herry Purnama M.T., Ph., D, Ibu Eni Budiati, S.T., M.Eng, para dosen dan staff teknik kimia, yang telah mendidik, membimbing dan melayani dengan penuh kesabaran dan ketulusannya selama kuliah hingga tugas ini terselesaikan dengan baik,

Mama dan Papaku tersayang, terima kasih atas kasih sayang, ketulusan, pengorbanan dan kesabaran kalian yang telah mendidik, merawatku, selalu mendukung memberi semangat dan terus mendoakan hingga saat ini. Semua nasihat dan pendidikan yang diberikan akan selalu bermanfaat s ebagai bekal hidupku di kemudian hari. Love you Ma Pa ♥♥

Kakak dan Adikku terima kasih selalu mendukung, memberi perhatian dan semangatnya. Semoga kita semua menjadi anak yang Sholeh dan Sholehah untuk Mama Papa.

Partner TA ku Wahyu Nugroho yang selalu sabar selalu membantuku menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih atas kerjasamanya, kesabarannya, meski banyak kendala yang kita hadapi selama penyusunan TA tapi akhirnya bisa selesai juga. Semoga setelah ini kita bisa sukses ya kawan..! ☺☺

Sahabat – sahabat terbaikku dan orang-orang yang aku sayangi yang sudah memberi warna di setiap cerita hidupku, Ulan, Ode, Mba Kiki, Ikra, Ika, Ranti, Teteh, Lina, Yanti, Mas mblo, dan Kak Reza. Terima kasih atas kebersamaanya, canda tawanya, suka duka bersama kalian. Semoga tali persaudaraan kita takkan pernah terpisahkan sampai kapanpun.

Semua teman - teman Teknik Kimia 2009, yang selalu ada memberi warna dimasa-masa selama kuliah, memberi semangat dan motivasi. Terima kasih kawan-kawanku. Semoga ukhuwah kita akan selalu terjaga selamanya.

KATA PENGANTAR



AssalamuallaikumWr. Wb

Assalamuallaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah serta kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik.

Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Metil Metakrilat dari Aseton Sianohidrin Kapasitas 65.000 ton/tahun” disusun oleh penulis guna menyelesaikan program studi sarjana (S1) di Jurusan Teknik Kimia. Adanya tugas akhir ini, penulis berharap dapat menambah wawasan dan dapat memperkaya industri alternatif di masa mendatang.

Penyusun mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada kepada pihak-pihak yang telah dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak yang telah mendukung serta membimbing hingga terselesaikan tugas akhir ini.

Menyadari masih adanya keterbatasan dalam penyusunan laporan berupa kesalahan ataupun kekurangan maka penyusun sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Penyusun berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca.

Wassalamu'allaikum Wr.wb

Surakarta, Januari 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
INTISARI	iii
ABSTRACT	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kapasitas Perancangan	3
1.2.1. Kebutuhan Metil Metakrilat di Indonesia	3
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku	4
1.2.3. Kapasitas Minimum Produksi	4
1.3. Lokasi Pabrik	5
1.4. Tinjauan Pustaka	7
1.4.1. Macam-macam Proses Berdasarkan Bahan Baku.....	7
1.4.2. Kegunaan Metil Metakrilat	10
1.4.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk	10
 BAB II DESKRIPSI PROSES	
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	14
2.2. Konsep Proses	14
2.2.1. Dasar Reaksi	14
2.2.2. Kondisi Operasi	16
2.2.3. Aspek Termodinamika	17
2.2.4. Tinjauan Kinetika	20

2.3. Langkah Proses	21
2.3.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku masuk Reaktor	21
2.3.2. Tahap Reaksi	22
2.3.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk	23
2.4. Diagram Alir Neraca Massa dan Neraca Energi	24
2.4.1. Neraca Massa	25
2.4.2. Neraca Energi	30
2.4.3. Diagram Alir Proses	35
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan	38
2.5.1. Tata Letak Pabrik	37
2.5.2. Tata Letak Peralatan Proses	42

BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1. Reaktor Hidrolisis	45
3.2. Reaktor Esterifikasi	46
3.3. <i>Stripper</i> (ST)	47
3.4. Menara Distilasi 3 (MD-03).....	48
3.5. Menara Distilasi 1 (MD-01)	48
3.6. Menara Distilasi 2 (MD-02)	49
3.7. Dekanter (DC)	50
3.8. Tangki Penyimpanan.....	51
3.8.1. Tangki Aseton Sianohidrin	51
3.8.2. Tangki Asam Sulfat	51
3.8.3. Tangki Metanol	52
3.8.4. Tangki Metil Metakrilat	52
3.8.5. Tangki Ammonium Bisulfat.....	53
3.9. <i>Heater</i>	53
3.9.1. <i>Heater</i> 1	53
3.9.2. <i>Heater</i> 2	54
3.9.3. <i>Heater</i> 3	55
3.9.4. <i>Heater</i> 4	56
3.9.5. <i>Heater</i> 5	57

3.10. <i>Cooler</i>	57
3.10.1. <i>Cooler</i> 1	57
3.10.2. <i>Cooler</i> 2	58
3.10.3. <i>Cooler</i> 3	59
3.10.4. <i>Cooler</i> 4	60
3.10.5. <i>Cooler</i> 5	60
3.11. <i>Reboiler</i>	61
3.11.1. <i>Reboiler</i> 1	61
3.11.2. <i>Reboiler</i> 2	62
3.11.3. <i>Reboiler</i> 3	64
3.11.3. <i>Reboiler</i> 4	65
3.12. <i>Condensor</i>	64
3.12.1. <i>Condensor</i> 1	64
3.12.2. <i>Condensor</i> 2	65
3.12.3. <i>Condensor</i> 3	66
3.12.3. <i>Condensor</i> 4	66
3.12. <i>Accumulator</i>	67
3.12.1. <i>Accumulator</i> 1	67
3.12. 2. <i>Accumulator</i> 2	67
3.12. 3. <i>Accumulator</i> 3	68
3.12. 3. <i>Accumulator</i> 4	68
3.14. <i>Expansion Valve</i>	69
3.15. <i>Pompa</i>	70

BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung Proses	81
4.1.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	82
4.1.2. Spesifikasi Alat Pengolahan Air (Utilitas).....	89
4.1.3. Kebutuhan Air.....	96
4.1.4. Unit Penyediaan <i>Steam</i>	98
4.1.5. Unit Penyediaan Listrik	98
4.1.6. Unit Penyedia Bahan Bakar	101

4.1.7. Unit Udara Tekan.....	101
4.1.8. Unit Pengolahan Limbah	101
4.2. Unit Laboratorium	102
4.2.1. Program Kerja Laboratorium	102
4.2.2. Peralatan Utama Laboratorium	104

BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk Perusahaan	105
5.2. Struktur Organisasi	105
5.2.1. Pemegang Saham	108
5.2.2. Direktur	108
5.2.3. Dewan Komisaris	109
5.2.4. Kepala Bagian	109
5.2.5. Karyawan	110
5.2.6. Sekretaris	111
5.2.7. Staf Ahli.....	112
5.3. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	112
5.3.1. Sistem Kepegawaian	112
5.3.2. Pembagian Jam Kerja Karyawan	112
5.3.3. Sistem Gaji	114
5.4. Kesejahteraan Karyawan	118
5.5. Manajemen Produksi	118
5.5.1. Perencanaan Produksi	119
5.5.2. Pengendalian Proses	120

BAB VI ANALISIS EKONOMI

6.1. Dasar Perhitungan	122
6.2. Perhitungan Biaya	125
6.2.1. <i>Capital Investment</i>	125
6.2.2. <i>Manufacturing Cost</i>	125
6.2.3. <i>General Expenses</i>	125
6.2.4. Analisis Kelayakan	126

6.3. <i>Fixed Capital Investment</i>	127
6.4. <i>Working Capital</i>	128
6.5. <i>Manufacturing Cost</i>	128
6.6. <i>General Expenses</i>	129
6.7. Analisis Kelayakan	129
6.7.1. <i>Return On Investment</i> (ROI)	129
6.7.2. <i>Pay Out Time</i> (POT)	130
6.7.3. <i>Break Event Point</i> (BEP)	131
6.7.4. <i>Shut Down Point</i> (SDP)	132
6.7.5. <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	132
BAB VII KESIMPULAN	134
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Pabrik Metil Metakrilat dengan Proses ACH	4
Tabel 2.1. Neraca Massa Total	24
Tabel 2.2. Neraca Massa Reaktor di Sekitar Hidrolisa (R-01)	25
Tabel 2.3. Neraca Massa Reaktor di Sekitar Hidrolisa (R-02)	26
Tabel 2.4. Neraca Massa Reaktor di Sekitar Hidrolisa (R-03)	26
Tabel 2.5. Neraca Massa di Sekitar Reaktor Esterifikasi (R-04)	27
Tabel 2.6. Neraca Massa di Sekitar Reaktor Esterifikasi (R-05)	27
Tabel 2.7. Neraca Massa di Sekitar Reaktor Esterifikasi (R-06)	28
Tabel 2.8. Neraca Massa <i>Stripper</i>	28
Tabel 2.9. Neraca Massa Menara Distilasi (MD-03)	29
Tabel 2.10. Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)	29
Tabel 2.11. Neraca Massa Menara Distilasi (MD-02)	29
Tabel 2.12. Neraca Massa Dekanter (DC)	30
Tabel 2.13. Neraca Panas di Sekitar Reaktor Hidrolisa (R-01)	30
Tabel 2.14. Neraca Panas di Sekitar Reaktor Hidrolisa (R-02)	31
Tabel 2.15. Neraca Panas di Sekitar Reaktor Hidrolisa (R-03)	31
Tabel 2.16. Neraca Panas di Sekitar Reaktor esterifikasi (R-04)	32
Tabel 2.17. Neraca Panas di Sekitar Reaktor esterifikasi (R-05)	32
Tabel 2.18. Neraca Panas di Sekitar Reaktor esterifikasi (R-06)	33
Tabel 2.19. Neraca Panas <i>Stripper</i>	34
Tabel 2.20. Neraca Panas Menara Distilasi (MD-03)	35
Tabel 2.21. Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)	36
Tabel 2.22. Neraca Panas Menara Distilasi (MD-02)	37
Tabel 2.23. Neraca Panas Decanter.....	38
Tabel 2.24. Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	41
Tabel 4.1. Kebutuhan Air Pendingin	96
Tabel 4.2. Kebutuhan umpan <i>Boiler</i>	92
Tabel 4.3. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	99

Tabel 4.4. Kebutuhan Listrik untuk Utilitas	100
Tabel 5.1. Pembagian <i>shift</i> karyawan	114
Tabel 5.2. Perincian Golongan, Keahlian dan Gaji Pegawai	116
Tabel 6.1. <i>Cost Index Chemical Plant</i>	123
Tabel 6.2. <i>Fixed Capital Investment</i>	127
Tabel 6.3. <i>Working Capital</i>	128
Tabel 6.4. <i>Manufacturing Cost</i>	128
Tabel 6.5. <i>General Expenses</i>	129
Tabel 6.6. <i>Fixed cost</i>	131
Tabel 6.7. <i>Variable cost</i>	131
Tabel 6.8. <i>Regulated cost</i>	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Jumlah Import Metil Metakrilat di Indonesia	3
Gambar 2.1. Gambar Diagram Alir Kualitatif	36
Gambar 2.2. Gambar Diagram Alir Kuantitatif	37
Gambar 2.3. Tata Letak Pabrik	40
Gambar 2.4. Tata Letak Alat Proses	44
Gambar 4.1. Unit Pengolahan Air Sungai	88
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan	107
Gambar 6.1. Hubungan Tahun dengan <i>Cost Index</i>	124
Gambar 6.2. Parameter Analisis Ekonomi	133